

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-304794 ✓

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl. ⁶		識別記号	庁内整理番号	F I		技術表示箇所
G 0 2 F	1/141			G 0 2 F	1/137	5 1 0
	1/133	5 0 0			1/133	5 0 0
		5 6 0				5 6 0
G 0 9 F	9/35	3 9 5		G 0 9 F	9/35	3 9 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平8-124635

(22) 出願日 平成8年(1996)5月20日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 000005887

三井石油化学工業株式会社

東京都千代田区霞が関三丁目2番5号

(72) 発明者 最首 達夫

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 高頭 孝毅

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

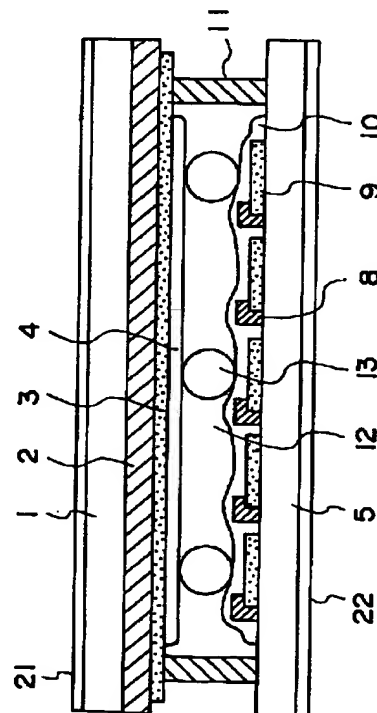
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 安定した中間調表示が可能な反強誘電性液晶表示素子を提供する。

【解決手段】 電極層3と配向層4, 10をそれぞれ形成した一对の基板1, 5間に液晶材料を介在させると共に、能動素子8により駆動させて表示させるようにした液晶表示素子において、前記一对の基板の各配向層は互いに配向方向が一方に対して所定のねじれ角をもって傾けた配置関係に配置し、また、液晶材料に、印加電圧-透過光量特性曲線の傾きが急峻でなく、かつ、メモリマージンが常温で0から-1の間の値をとる反強誘電性液晶12を用いる。



1

【特許請求の範囲】

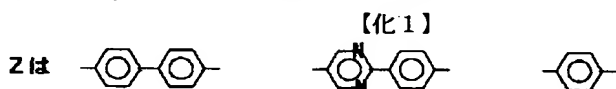
【請求項1】 電極層と配向層をそれぞれ形成した一对の基板間に液晶材料を介在させると共に、能動素子により駆動させて表示させるようにした液晶表示素子において、

前記一对の基板の各配向層は互いに配向方向が一方に対して所定のねじれ角をもって傾けた配置関係に配置して構成し、

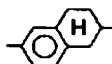
また、前記液晶材料は、印加電圧 - 透過光量特性曲線がV字状を呈する特性を有する反強誘電性液晶を用いるこ 10



(但し、式(A)中

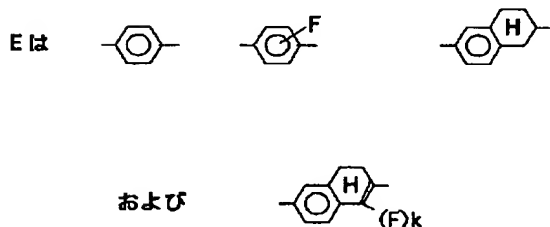


および



から選ばれる1種の基であり、

【化2】



から選ばれる1種の基であり、

R¹ は炭素原子数6乃至16のアルキル基（但し、該アルキル基中の水素原子はハロゲン原子で置換されていても良く、該アルキル基中のメチレン基および／またはハロメチレン基の一部は - O - 基で置換されていても良いが、該アルキル基中のメチレン基および／またはハロメチレン基の一部が - O - 基で置換されている場合、これら複数の - O - 基が隣接することはない。）であり、

R⁴ は、4、6および8から選ばれる偶数個の炭素原子を有する直鎖状アルキル基または該基中のメチレン基の一つが - O - 基で置換された基であり、

Xは - CH₃ 基、 - CH₂ F 基、 - CHF₂ 基、および CF₃ 基から選ばれる1種の基であり、

Yは - COO - 、CH₂ O - 、CH₂ CH₂ - および - OCH₂ - から選ばれる1種の基であり、

mは0または1の整数であり、

kは0または1の整数である）で表される反強誘電性液晶化合物を含むスメスチック液晶材料であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項3】 請求項1記載の液晶表示素子において、前記液晶材料は、

2

とを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 電極層と配向層をそれぞれ形成した一对の基板間に液晶材料を介在させると共に、能動素子により駆動させて表示させるようにした液晶表示素子において、

前記一对の基板の各配向層は互いに配向方向が一方に対して所定のねじれ角をもって傾けた配置関係に配置して構成し、

また、前記液晶材料は

前記電極層に与えられる印加電圧を変化させた場合に、光透過率が飽和して最大となる時の光透過量を100、印加電圧が0の近傍において光透過率が最小となる時の光透過量を0と定義したとき、中間の光透過量はこれらの間に線形に対応すると共に、また、印加電圧を0から増加させて光透過量を0から増加させる場合に、光透過量が10となる電圧がV₁₀、光透過量が90となる電圧がV₉₀であり、印加電圧が十分大きく光透過量が飽和して最大となる状態から印加電圧を減少させて光透過量を減少させる場合に光透過量が90となる電圧がV'₉₀と定義した場合において、

$$M = (V_{10} - V'_{90}) / (V_{90} - V_{10})$$

なる式で定義されるメモリマージンMが、少なくとも常温の範囲で0から1の間の値を持つ反強誘電性液晶材料を用いるようにしたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項4】 請求項1または2記載の液晶表示素子において、

前記液晶材料のカイラルスメクティックCa相（SCa*相）をなす温度範囲が、少なくとも-20°Cから70°Cまでであることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項5】 請求項3記載の液晶表示素子において、前記液晶材料のカイラルスメクティックCa相（SCa*相）をなす温度範囲が、少なくとも-20°Cから70°Cであり、メモリマージンが負となる温度範囲が少なくとも10°Cから40°Cであることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項6】 請求項1または2記載の液晶表示素子において、

50 前記配向膜としてラビング処理されたポリイミド樹脂を

用いることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項7】 請求項6記載の液晶表示素子において、ラビング処理された前記配向膜は、一方の配向膜のラビング方向に対して他方の配向膜のラビング方向を傾けたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項8】 請求項6記載の液晶表示素子において、ラビング処理された前記配向膜は、一方の配向膜のラビング方向に対して他方の配向膜のラビング方向を5度乃至13度、好ましくは6度乃至12度の範囲で傾けたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項9】 請求項1もしくは2もしくは3記載の液晶表示素子において、それぞれの基板には偏光板を設けると共に、前記基板のうち、一方の基板の偏光板は、その偏光軸方向が電圧無印加時の結晶の光軸方向と平行であり、また、他方の基板の前記偏光板は、その偏光軸方向と垂直とすることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項10】 請求項1記載の液晶表示素子において、光透過率が最大となる時の印加電圧 V_1 における透過光量を100、光透過率が最小となる時の印加電圧 V_0 における透過光量を0と定義した場合に、印加電圧-透過光量特性がV字状を呈する前記液晶材料として、印加電圧-透過光量特性曲線上の任意の点における傾きが $500/(V_1 - V_0)$ と $500/(V_0 - V_1)$ の間の値をとる反強誘電性液晶を用いることを特徴とする液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、非線形能動素子（薄膜トランジスタまたは薄膜ダイオード）を有する液晶表示素子にかかわり、特に、視角特性に優れ、高速応答性、中間調表示特性に優れた表示が可能な液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示素子は、小型化・低消費電力化が可能な点で他のディスプレイに比べて格段に優れているため、フラットパネルディスプレイの分野で、将来的に最も活躍が期待され、有力視されているデバイスである。そして、近年において、液晶表示素子によるフラットパネルディスプレイは、パソコンをはじめとして種々の分野において、広く活用されている。

【0003】 ところで液晶表示素子は種々のものがあるが、現在、薄膜トランジスタ素子（TFT）を備え、液晶材料としてはネマティック液晶を用いるTN方式や、液晶材料としてやはりネマティック液晶を用い、ねじれ角をさらに増加させたSTN方式が用いられている。

【0004】 両方式において、すでに10インチ程度のフルカラー表示が達成されており、情報端末用ディスプレイとして市販されている。これらのディスプレイは、

限られた用途（ワープロ・表計算など）に対しては現在ほぼ満足し得る特性を有している。

【0005】 しかし、STN方式のものは、これらの用途に対しても、応答速度の点でいまだに十分とはいえない。また、視野角が極端に狭く、現在、位相差フィルム等を利用するなど、視野角拡大のための改良と努力がなされているが、十分な視野角が得られるには至っていない。このように、STN方式のものは、応答速度の点、そして、視野角の点で満足する特性が得られていない。

10 【0006】 一方、TFT素子を備えたTN方式の液晶素子は、画面サイズが10インチ程度のものの場合、応答速度に関してはほぼ満足し得るものであるが、さらに大型のものを得ようとした場合、応答速度の点での困難が予想される。さらに、視野角についてはSTN方式に比べ有利ではあるものの、フルカラーの画像を表示した場合には極めて狭くなり、このことが、この表示方式の用途を制限してしまうと予想される。

【0007】 このように、ネマティック液晶材料を使用した液晶表示素子は情報用端末としてその開発が強く期待されており、現在、小型のディスプレイなど、用途を特定すれば、要求される特性を満足する素子が得られているものの、視野角・応答速度の点で特性が不十分であるために、大画面化など用途を拡大するためのネックとなっている。

【0008】 一方、ネマティック液晶ではなく、さらに高い秩序を有するスメクティック液晶（具体的にはカイラルスメクティックC相）を使用する表示方式が提案されている。これは、1980年クラーク及びラガーヴァルにより発表された表面安定化強誘電性液晶（surface stabilized ferroelectric liquid crystal: SSFLC, N. A. Clark and S. T. Lagerwall, Appl. Phys. Lett. 36, 899 (1980)）である。この表面安定化強誘電性液晶による表示方式によれば、ネマティック液晶に比べてその応答速度が2桁から3桁も速くなり、かつ、視野角がCRT（ブラウン管）なみに広くなる。

【0009】 この表面安定化強誘電性液晶による表示方式は、カイラルスメクティックC相の持つ螺旋構造を配向膜と液晶材料の相互作用で解き、その際、発生する自発分極と電場の相互作用により発生するトルクでスイッチングを行うものである。そして、この方式では、自発分極が配向膜界面に垂直な2方向を向く2状態のみが安定化するため、メモリ性を有するという特徴がある。そのため、当初、その駆動に薄膜トランジスタ（TFT）等の非線形能動素子を必要としない表示方式として強く期待された。

【0010】 つまり、この表面安定化強誘電性液晶による表示方式においては、非線形能動素子を必要としない表示方式とするには、前記の2状態のみを使用すること

となるが、この2状態のみを使用する単純なモデルの場合、中間調の表示は原理上不可能である。しかし、カラー表示が不可欠となる今後のディスプレイ市場やニーズを考えると、中間調の表示は必要不可欠であり、そのために、上述の期待は消え去ってしまった。

【0011】しかし、高速・高視野角の長所は捨て難く、種々の研究の結果、現在、表面安定化強誘電性液晶による表示方式において中間調の表示を可能にするための検討が次のように、いくつか報告されている。

【0012】まず、当該表面安定化強誘電性液晶を用いて中間調表示を行う試みの報告の一つは、W. J. A. M. Hartmann, *Ferroelectrics* 122, 1 (1991) である。ここには当該表面安定化強誘電性液晶を用い、入力信号を工夫して中間調表示を行う幾通りかの試みが報告されている。しかしながら、表面安定化強誘電性液晶（以下、SSFLCと略記する）の応答は、ドメイン反転と呼ばれる不連続なスイッチングを示し、このため、能動素子を用いずに、中間調表示を行うことは、単なる入力信号の工夫だけでは不可能といつて良い。

【0013】一方、反強誘電性液晶（以下、AFLCと略記する）を用いる表示方式が知られている。この方式は、強誘電性液晶で用いられるカイラルスメクティックC相（SC*相）の代わりに、反強誘電性液晶相（カイラルスメクティックCa相，SCa*相）を使用するものである（A. D. L. Chandani, T. Hagiwara, T. Suzuki, Y. Ouchi, H. Takezoe and A. Fukuda, *Jpn. J. Appl. Phys.* 27, L729 (1988)）。

【0014】このAFLCを利用した表示方式は、強誘電性液晶の2つの安定状態に加えて電圧無印加時の反強誘電性液晶構造をとるという特徴があり、印加電圧と透過光量の関係は図8(a)に示す如きである。つまり、図は横軸に電圧V、縦軸に透過光量Tをとった特性図であり、印加電圧を0[V]から負方向に変化させていくと徐々に透過光量が増加し、そして、ある電圧に達すると今度は急激に透過光量が増大する。そして、透過光量100%に達した後は電圧を負方向にさらに変化させても透過光量100%に安定化した状態になる。

【0015】その後、今度は電圧を正の方向に変化させると、ある負電圧の範囲内では透過光量100%の状態に変化なく、その範囲を超えると急激に透過光量が低下し、そして、つぎに透過光量の低下傾向は緩やかになり、0[V]で透過光量がなくなる。

【0016】そして、さらに今度は印加電圧を正方向に変化させていくと再び徐々に透過光量が増加し、そして、ある電圧に達すると今度は急激に透過光量が増大する。そして、透過光量100%に達した後は電圧を正方向にさらに変化させても透過光量100%に安定化した

状態になる。その後、今度は電圧を負の方向に変化させると、ある正電圧の範囲内では透過光量100%の状態に変化なく、その範囲を超えると急激に透過光量が低下し、そして、つぎに透過光量の低下傾向は緩やかになり、0[V]で透過光量がなくなる。

【0017】このように、0[V]を挟んで、正負両方向に電圧を変化させることができ、0[V]で透過光量が0%、正負両方向において所要の電圧値でそれぞれ透過光量100%が得られる。

【0018】AFLC（反強誘電性液晶）では0[V]を挟んで、正または負方向に電圧を変化させると、いずれの方向でもある範囲内では電圧に対して透過光量の変化特性が得られるので、これを利用すると中間調表示が可能であることがわかる。

【0019】このAFLCを利用した表示方式を用いることにより、能動素子を併用することなく、中間調表示を可能とする研究報告は例えば、N. Yamamoto, N. Koshoubu, K. Mori, K. Nakamura, Y. Yamada, *Ferroelectrics* 149, 295 (1993) によってなされている。ここでは中間調の表示のためには図8(a)において、 V_{10} から V_{90} の範囲の電圧を利用する。

【0020】 V_{10} から V_{90} の範囲は特性が正負両方向の電圧において同様の傾向を示すので、正負両方向において V_{10} から V_{90} の範囲を使用するようにする。 V_{10} から V_{90} の電圧範囲は、透過光量が急峻に変化する範囲であり、この範囲の電圧は非常に狭い。

【0021】しかし、この場合、狭いながらも線形的な透過光量変化が得られ、中間調を得ることができる他、正負2方向の電圧の利用が可能であることから、焼き付き等の現象の防止のために非常に好ましい。

【0022】つまり、正または負のいずれかの領域内のみを使用している場合、液晶材料の分極により印加電圧を変えても状態が固定化されて像が残ったままとなるなど、いわゆる焼き付き現象を生じるが、正負両方向の領域を利用することで、このような現象を回避できるようになる。また、電圧無印加時、光軸が特定位置に戻るようになるが、このことも、中間調表示のために好ましい。

【0023】しかしながら、この方式では、 V_{10} から V_{90} の間での電圧の幅が非常に小さいため階調表示が十分ではなく、特に動作温度により印加電圧-透過光強度特性曲線が変化するという性質があり、実用化のためには解決すべき数多くの問題が残っている。

【0024】すなわち、図8(b)に示すように、ある温度では符号Iを付して示した如きの特性を有するものが、別の温度では、符号IIを付して示した如きの特性に変わり、温度変化に伴う印加電圧と透過光量の関係が変化する。そして印加電圧-透過光強度特性曲線が、最大透過光量から最小透過光量に変化する領域および最小透

過光量から最大透過光量に変化する領域はいずれも急峻な変化特性を示す特徴を有するため、この範囲内で特定の電圧を印加した場合での透過光量は、僅かの温度変化であってもかなり差が発生してしまう。

【0025】この透過光量の変化は、ON・OFFのみの表示方式であれば駆動電圧を、透過光量の温度依存性を考慮し、調整することにより問題を回避できるが、中間調を表示させる場合は極めて狭い温度範囲でのみの使用に限定されることになり、事実上、実用化は不可能である。

【0026】これらの方式に対して、近年、能動素子を併用し、かつ、カイラルスメクティックC型液晶を用いるようにした表示デバイスが提案されている。それは例えば、DHF (Deformed Helix Ferroelectric Liquid Crystal) 方式 (J. Funfschilling and M. Schadt, J. Appl. Phys. 66, 15 (1989))、若しくはTFLC (Twisted Ferroelectric Liquid Crystal) 方式 (J. S. Patel, Appl. Phys. Lett. 60, 280 (1992)) の提案である。

【0027】これらDHF、TFLCの方式のディスプレイは、能動素子を用いねばならないことから、価格の面で高くなる。しかしながら、中間調の表示の安定性、信頼性の点で優れている。また、DHF、TFLCの両方式とも視角依存性の点ではTNに比較して優れているが、SSFLC、AFLCに比較して狭くなる。これは、DHFでは螺旋構造が保たれているためであり、TFLCでは上下配向膜間でねじれ構造が存在するためと考えられる。

【0028】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の中間調表示を可能にする液晶デバイスは、温度安定性、応答性、視野角等の点で、総合的に満足するものはなく、特に大画面のディスプレイの要求等に対しては、いずれの液晶材料も特性が一長一短であり、その実現を妨げている。

【0029】しかし、大画面ディスプレイの要求は切実であり、低消費電力で、しかも、小型、軽量のディスプレイの本命は、やはり液晶デバイスによるもの以外ないから、液晶デバイスで、温度安定性、応答性、視野角等を総合的に満足させる技術の開発が待たれる。

【0030】特に、今後ともディスプレイにおいてはカラー表示可能なものが主流となり、かつ、上述のような要求を満たすことが必然となる状況を振り返ると、コントラストの点でもその向上が要求される。すなわち、コントラストは、カラー像を表示させた場合に、くっきりとした鮮やかな色合いを再現できるか否かを左右することになり、カラーディスプレイとして表示画質の面で大

きな影響を及ぼすから、製品として完成されたものとするには、良好なコントラストを得ることができるようになる必要もある。

【0031】そこで、この発明の目的とするところは、常温で良好な中間調表示、広視野角・高速応答及び高いコントラストを持つ表示を可能にする液晶表示素子を提供することにある。

【0032】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は次のように構成する。

【0033】第1には、電極層と配向層をそれぞれ形成した一对の基板間に液晶材料を介在させると共に、能動素子により駆動させて表示させるようにした液晶表示素子において、前記一对の基板の各配向層は互いに配向方向が一方に対して所定のねじれ角をもって傾けた配置関係に配置して構成し、また、前記液晶材料は、印加電圧-透過光量特性曲線がV字状を呈する特性を有する反強誘電性液晶を用いることを特徴とする。

【0034】また、具体的には前記液晶材料として、光透過率が最大となる時の印加電圧“ V_1 ”における透過光量を“100”、光透過率が最小となる時の印加電圧“ V_0 ”における透過光量を“0”と定義した場合に、印加電圧-透過光量曲線上の任意の点における傾きが $500/(V_1 - V_0)$ と $500/(V_0 - V_1)$ の間の値をとる反強誘電性液晶を用いる。

【0035】能動素子で駆動する場合、図3(a)、図4(a)、図6(a)のように、しきい特性の傾きが $500/(V_1 - V_0)$ 以下でなだらかであれば、多階調表示において駆動電圧の設定に無理がなく実現が容易となる。また、温度変化も図3(b)、図4(b)、図6(b)のように傾きがわずかに変化するのみであり、中間調表示が決定的に損なわれるようなことはない。さらには、前記一对の基板の各配向層は互いに配向方向が一方に対して所定のねじれ角をもって傾けた配置関係に配置される。特に配向層はポリイミド樹脂を用い、その配向方向すなわち、ラビング方向を5度乃至13度、好ましくは6度乃至12度の範囲のねじれ角をもって傾けると、良好なコントラストを得ることができる。カラー表示パネルやモノクロームの大画面表示パネルでは画質維持の上でコントラストが重要な要素となるが、このようにすると良好なコントラストを得ることができて、品位の高い画像表示が可能になる。

【0036】また、第2には、上記第1の構成の液晶表示素子において、当該液晶材料として、メモリマージン(M)が、少なくとも常温の範囲で“0”から“-1”の間の値をとることを特徴としている。

【0037】メモリマージン(駆動マージン)Mは、印加電圧-透過光量曲線(印加電圧は十分ゆっくり変化させるものとする)において、図3(a)、図4(a)、図6(a)、図7(a)、図8(a)に示した3つの電

圧値 V_{10} 、 V_{90} および V'_{90} から次の式で定義される。

$$【0038】 M = (V_{10} - V'_{90}) / (V_{90} - V_{10})$$

メモリマージン M は「ヒステリシスの大きさ」、「しきい電圧の高さ」、「しきい特性の急峻さ」の3つの特性を総合的に表す指標である。ヒステリシスが大きく、しきい電圧が高く、しきい特性が急峻になるほど M は大きい値となる。 M は、ヒステリシス幅が大きい場合に現れる双安定状態の、電圧変動に対する安定性を示すものである。

【0039】 現在ほとんど全ての反強誘電性液晶材料は、印加電圧・透過光量曲線においてヒステリシスを持つ。反強誘電性液晶を用いた液晶表示素子に関しては、これまではヒステリシスを利用する駆動法が前提となっていた。そのため、メモリマージン（駆動マージン） M の値は大きいほど良い特性とされている。

【0040】 これに対し、双安定状態をとらないような小さいヒステリシスの場合にも、定義式により、メモリマージン M の値を求めることは可能である。この場合にはメモリマージン M は負の値となり、「メモリマージン」という本来の意味はなくなる。

【0041】 ヒステリシスが小さく、しきい電圧が低く、しきい特性がなだらかになると、メモリマージン M は“−1”に近づいていき、完全に線形な特性となる極限で“−1”に収束する。このようにメモリマージン M を、負の値にまで拡張した例はこれまではなかった。

【0042】 しかし、メモリマージン M が負の値をとる反強誘電性液晶は、TN（ツイステッドネマティック）型液晶を置換するかたちで、能動素子を備えた液晶表示素子に使用できる。そして、この場合、メモリマージン M の値は小さい程（すなわち、“−1”に近づく程）良い特性となる。

【0043】 すなわち、ヒステリシスが無視できるほど小さくなれば、非対称モード駆動においても補償パルスが不要で走査時間を短くできることになり、また、しきい電圧が小さくなればバイアスのない低電圧駆動が可能となり、しきい特性がなだらかになれば温度依存性の小さい多階調表示が実現し易くなる。ゆえに、今までとは一転して、メモリマージン M が大きい程、良いとされてきたこれまでの反強誘電性液晶表示素子とは全く逆の特性が求められる。

【0044】 また、単にヒステリシスが小さく（または無く）、反強誘電相側の印加電圧・光透過率曲線が曲線的である反強誘電性液晶を能動素子を備えた液晶表示素子に用いた場合、それだけでは多階調表示の安定性、低電圧駆動は実現されない。

【0045】 しきい電圧値、しきい特性までも含めた定量的で明確な指標（メモリマージン M ）を使い、定義された特性を有する材料を用いることで、これらの欠点を克服できる。

【0046】 メモリマージン M の値が“−1”に近い反

強誘電性液晶を、能動素子を備えた液晶表示素子に用いるようにすることにより、強誘電性・反強誘電性液晶の特長である広視野角・高速応答性に加え、中間調表示も可能で高精細、低消費電力の液晶表示素子が実現できる。

【0047】 また、第3には、上記第1の構成の液晶表示素子において、当該液晶材料のカイラルスメクティックCA相（SCA*相）をなす温度範囲が、少なくとも−20°Cから70°Cの範囲であることを特徴とする。

【0048】 第4には、上記第2の構成の液晶表示素子において、当該液晶材料のカイラルスメクティックCA相（SCA*相）をなす温度範囲が少なくとも−20°Cから70°Cまでであり、メモリマージンが負となる温度範囲が少なくとも10°Cから40°Cまでであることを特徴とする。

【0049】 チルト角の温度依存性はスメクティックA相から、スメクティックC相への転移温度以下の特定の温度領域で著しく、その後、除々に飽和に達する。このことは、このような材料により中間調を表示させる場合、ディスプレイの温度のわずかな変化により透過光が変化し、白黒表示の場合白黒の濃淡が変化し、カラー表示の場合には色調の変化を招くことがあるということを意味している。しかし、実際のデバイスにおいては、バックライトからの輻射熱或いは使用環境の温度変化のため、ディスプレイの温度を正確に制御することは事実上、極めて困難である。

【0050】 このように、スメクティックA相からスメクティックC相に転移する温度が、実使用温度に近い材料を、中間調表示目的の液晶材料として使用することは不適當である。しかし、本発明では、液晶材料のカイラルスメクティックCA相（SCA*相）をなす温度範囲が少なくとも−20°Cから70°Cまでであり、メモリマージンが負となる温度範囲が少なくとも10°Cから40°Cまでとした。このように、実使用温度より広い範囲でカイラルスメクティックCa相をとるものであれば、良好な表示特性が実現できる。また、メモリマージンに関しては、ほぼ実使用温度範囲において負の値をとるものであれば、残像等のない良好な表示特性を実現できる。

【0051】 第5には、上記第1あるいは第2あるいは第3あるいは第4の構成の液晶表示素子において、配向膜としてラビング処理されたポリイミド樹脂を用いることを特徴とする。

【0052】 第6には、上記第5の構成の液晶表示素子において、上下のラビング方向をねじったことを特徴とする。

【0053】 これら第5乃至第6の構成による本発明の液晶表示素子は、反強誘電性液晶方式を実用的ディスプレイとして応用する場合に必要な検討を行うことにより

なされたものである。セルの配向膜としては、実用上、ポリイミド膜が、耐熱性・信頼性・配向性・使用の容易さなどの点から最も適していることが判った。

【0054】また、上下基板間でラビング方向が捻れている構造を形成した場合、発生する欠陥も少なく、コントラストも向上することを見いだした。さらに、偏光板の位置については、一方の基板に付設する偏光板の偏光方向が、電圧無印加時の液晶の光軸方向と平行であり、他方の基板に付設する偏光板の偏光方向と垂直である場合に、対称駆動により焼き付きを防ぐことが可能となり、実用化に適することを見い出した。

【0055】

【発明の実施の態様】以下、本発明の実施の態様について図面を参照してその例を説明する。図1は本発明による液晶表示素子の断面構造を示す図である。図1において、1および5は第1および第2のガラス基板であり、第1のガラス基板1の表面には、カラーフィルタ2、ITO (Indium-tin-oxide) 透明電極3、配向膜4が形成されている。

【0056】また、第2のガラス基板5には、TFT素子8、ITO透明電極9、配向膜10、その他、信号線や走査線が形成されている。

【0057】これらの第1および第2のガラス基板1、5は重ね合わせた上で、接着剤層11を介して周縁部が接着されている。そして、これらの第1および第2のガラス基板1、5における配向膜4、10の間に液晶層12が設けられる。

【0058】このような、能動素子を備えた液晶表示素子において、液晶材料として図3(a)や図4(a)に示す如き印加電圧-透過光量特性を持つ反強誘電性液晶材料を用いる。図3(a)や図4(a)に示す如き印加電圧-透過光量特性は飽和透過光量の領域以外の透過光量変化領域においては、なだらかな変化特性を有しているため、温度依存性が小さく、そのため、図3(b)や図4(b)に示す如く、温度変化により、特性がIからIIへ、あるいはIIからIに変わったような場合でも、同じ印加電圧レベルであればそれほど透過光量は変わらないから、中間調表示性能が損なわれることはない。

【0059】このような特性の反強誘電性液晶材料は、理論的に定義すると、次の如き特性の反強誘電性液晶材料とすることができる。

【0060】すなわち、光透過率が最大となる時の印加電圧“ V_1 ”における透過光量を“100”、光透過率が最小となる時の印加電圧“ V_0 ”における透過光量を“0”と定義した場合に、印加電圧-透過光量曲線上の任意の点における傾きが $500/(V_1 - V_0)$ と $500/(V_0 - V_1)$ の間の値をとるなだらかな変化特性を有する反強誘電性液晶材料である。

【0061】そして、このような特性を示す反強誘電性液晶材料としては三井石油化学工業株式会社製の“ML

C-0049”、“MLC-0068”、“MLC-0055”、“MLC-0021”なる商品名の液晶材料がある。この反強誘電性液晶材料は、実際に測定してみると、図6(a)の如きであり、最大と最小の透過光量飽和領域を持ち、この透過光量飽和領域外の透過光量変化領域では、なだらかな変化特性を有している。なお、図6(b)のように温度変化により、Iの特性からIIの特性へ、あるいはIIの特性からIの特性へと特性が変化するが、特性の傾向は変わらない。

10 【0062】図4の印加電圧-透過光量特性曲線は、しきい特性の傾きが光量 $400/(V_0 - V_1) \sim 400/(V_1 - V_0)$ をとるものの例であり、図6の印加電圧-透過光量特性曲線は、しきい特性の傾きが光量 $200/(V_0 - V_1) \sim 200/(V_1 - V_0)$ をとるものの例であり、図7および図8の印加電圧-透過光量特性曲線は、しきい特性の傾きが光量 $5000/(V_0 - V_1) \sim 5000/(V_1 - V_0)$ をとるものの例である。

20 【0063】液晶素子を能動素子で駆動する方式のディスプレイ装置の場合、最大最低透過光量領域間での印加電圧に対する透過光量変化の特性が図3(a)、図4(a)、図6(a)に示す如きの印加電圧-透過光量特性曲線のように、しきい特性の傾きが光量 $500/(V_1 - V_0)$ 以下で、なだらかな変化を呈するものであれば、広い印加電圧変化幅の範囲で様々な中間階調を得ることができるようになり、多階調表示において駆動電圧の設定に無理がなく、従って、多階調表示の液晶素子の実現が容易となる。

30 【0064】しかし、大画面のディスプレイ装置とした場合、特に10インチを越える大画面の装置とした場合では、電圧-透過光量特性曲線の傾きが $500/(V_0 - V_1)$ 以下や、 $500/(V_1 - V_0)$ 以上では、階調表示が十分とはいえず、十分な表示特性を得ることができない。そこで、このような場合には、より好ましくは、電圧-透過光量特性曲線の各点での傾きが、 $400/(V_0 - V_1)$ と $400/(V_1 - V_0)$ の間とすると良い。

40 【0065】また、液晶には温度変化に対する透過光量の変化が避けられず、その変化の傾向はどの液晶材料においても似たようなものであるものの、温度変化特性が図3(b)、図4(b)、図6(b)のように傾きがわずかに変化するのみであり、中間調表示が決定的に損なわれるようなことはない。

50 【0066】これに対し、一般的な液晶材料である図8(a)、図7(a)に示すような印加電圧-透過光量特性が急峻な、すなわち、しきい特性の急峻なものでは、わずかな電圧差で透過光量が大きく変化するため、多階調表示において駆動電圧の設定が困難である。また、温度変化も図8(b)、図7(b)のようにしきい電圧値がずれることにより、中間調表示は大きく損なわれる。

従って、極めて狭い温度範囲における使用に限定され、実用には不適当である。

【0067】また、上記の構成の液晶表示素子において、当該液晶材料として、メモリマージン(M)が、室温を含む温度範囲で“0”から“-1”の間の値をとるものを使用する。

【0068】Mはつぎのように定める。すなわち、前記ITO透明電極3と9との間に印加される電圧を変化させた場合に、光透過率が飽和して最大となる時の光透過量を100、印加電圧が0の近傍において光透過率が最小となる時の光透過量を0と定義したとき、中間の光透過量はこれらの間に線形に対応すると共に、また、印加電圧を0から増加させて光透過量を0から増加させる場合に、光透過量が10となる電圧が V_{10} 、光透過量が90となる電圧が V_{90} であり、印加電圧が十分大きく光透過量が飽和して最大となる状態から印加電圧を減少させて光透過量を減少させる場合に光透過量が90となる電圧が V'_{90} と定義した場合において、

$$M = (V_{10} - V'_{90}) / (V_{90} - V_{10}) \quad \dots (1)$$
なる式で定義される。そして、本発明で用いる反強誘電性液晶材料はそのメモリマージンMが、少なくとも常温の範囲で0から-1の間の値を持つものである。

【0069】すなわち、メモリマージン(駆動マージン)Mは、印加電圧-透過光量曲線(印加電圧は十分ゆっくり変化させるものとする)において、図3(a)、図4(a)、図6(a)、図7(a)、図8(a)に示した3つの電圧値 V_{10} 、 V_{90} および V'_{90} から上記式で定義される。

【0070】メモリマージンMは「ヒステリシスの大きさ」、「しきい電圧の高さ」、「しきい特性の急峻さ」の3つの特性を総合的に表す指標である。ヒステリシスが大きく、しきい電圧が高く、しきい特性が急峻になるほどMは大きい値となる。また、メモリマージンMは、ヒステリシス幅が大きい場合に現れる双安定状態の、電圧変動に対する安定性を示すものである。

【0071】現在、ほとんど全ての反強誘電性液晶材料は、電圧-透過率特性においてヒステリシスを持つ。反強誘電性液晶を用いた液晶表示素子に関しては、これまではヒステリシスを利用する駆動法が前提となっていた。そのため、メモリマージンMの値は大きいほど良い特性とされている。

【0072】これに対し、双安定状態をとらないような小さいヒステリシスの場合にも、定義式により、メモリマージンMの値を求めることは可能である。この場合にはメモリマージンMは負の値となり、「メモリマージン」という本来の意味はなくなる。

【0073】ヒステリシスが小さく、しきい電圧が低く、しきい特性がなだらかなると、メモリマージンMは“-1”に近づいていき、完全に線形な特性となる極限で“-1”に収束する。

【0074】ところで、メモリマージンMが負の値をとる反強誘電性液晶は、TN(ツイステッドネマティック)型液晶を置換する形で、能動素子を備えた液晶表示素子に使用できる。そして、この場合、メモリマージンMの値は小さい程(すなわち、“-1”に近づく程)良い特性となる。

【0075】すなわち、ヒステリシスが無視できるほど小さくなれば、非対称モード駆動においても補償パルスが不要で、走査時間を短くできることになり、また、しきい電圧が小さくなればバイアスのない低電圧駆動が可能となり、しきい特性がなだらかなれば温度依存性の小さい多階調表示が実現し易くなる。ゆえに、メモリマージンMが大きい程、良いとされてきたこれまでの反強誘電性液晶表示素子とは一転して、全く逆の特性が求められる。

【0076】また、単にヒステリシスが小さく(または無く)、反強誘電相側の印加電圧-光透過率特性が曲線的である反強誘電性液晶材料を、能動素子を備えた液晶表示素子に用いるという提案が既になされているが(例えば、特開平5-150257号公報、特開平6-194626号公報参照)、上述の説明のように、それだけでは多階調表示の安定性、低電圧駆動は実現されない。

【0077】しかし、研究の結果、本願発明者らは、しきい電圧値、しきい特性までも含めた定量的で明確な指標(メモリマージンM)を使い、定義された特性を有する材料を用いれば、これらの欠点を克服できることを突き止めた。

【0078】結論をいえば、多階調表示の安定性、低電圧駆動を実現するためにはメモリマージンMの値が“-1”に近い反強誘電性液晶を、能動素子を備えた液晶表示素子に用いるようにすれば良い。このようにすることにより、強誘電性・反強誘電性液晶の特長である広視野角・高速応答性に加え、中間調表示も可能で高精細、低消費電力の液晶表示素子が実現できる。

【0079】また、本発明においては、液晶材料のカイラルスメクティックCa相(SCa*相)をなす温度範囲が、少なくとも-20°Cから70°Cの範囲である液晶材料を用いる。そして、また、当該液晶材料のカイラルスメクティックCa相(SCA*相)をなす温度範囲が少なくとも摂氏-20度から摂氏70度までであり、メモリマージンが負となる温度範囲が少なくとも摂氏10度から摂氏40度までであることが望ましい。

【0080】チルト角の温度依存性は、スメクティックA相からスメクティックC相への転移温度以下の特定の温度領域において著しく、その後、除々に飽和に達する。このことは、このような液晶材料により中間調を表示させるようにする場合、ディスプレイの温度のわずかな変化により透過光が変化し、白黒表示の場合には、白黒の濃淡が変化することになり、カラー表示の場合には色調の変化を招いてしまうことがあるということを意味

している。そこで、ディスプレイの温度を正確に制御することが必要となるが、しかし、実際のデバイスにおいては、バックライトからの輻射熱、或いは使用環境の温度変化のため、ディスプレイの温度を正確に制御することは事実上、極めて困難である。

【0081】このように、スメクティックA相からスメクティックC相に転移する温度が実使用温度に近い材料を中間調表示の目的に使用することは不適当である。しかし、本発明では、カイラルスメクティックCA相（SCA*相）をなす温度範囲が少なくとも摂氏-20度から摂氏70度までであり、メモリマージンが負となる温度範囲が少なくとも摂氏10度から摂氏40度までのものを液晶材料として使用するようにした。

【0082】このように、実使用温度より広い範囲でカイラルスメクティックCA相をとる液晶材料を用いるようにすれば、良好な表示特性が実現できる。また、メモリマージンに関しては、ほぼ実使用温度範囲において負の値をとるものであれば、残像等のない良好な表示特性を実現できる。

【0083】本発明の液晶表示素子における以下の構成は、反強誘電性液晶方式を実用的ディスプレイに応用できるようにするために、種々、研究してゆくなかで見出されたものである。

【0084】例えば、本発明は、上記式（1）の前提条件として、液晶表示素子を構成する一対のガラス基板1、5のうち、一方の基板1（または5）に設ける偏光板21（または22）の偏光方向が、電圧無印加時の液晶の光軸方向と平行であり、他方の基板5（または1）に設ける偏光板22（または21）の偏光方向と垂直であるものとしている。この配置構成においては、上記式（1）で示されるメモリマージンMが、“0”から“-1”の範囲をとるものが最良の条件となる。

【0085】また、本発明では、配向膜4、10としてラビング処理されたポリイミド樹脂を用いる。そして、さらに配向膜4、10のうち、一方の配向膜のラビング方向（ラビング処理した方向）を10度程度、ねじった関係になるように配置する。配向膜のラビング方向がこのようなねじった位置関係にすると、配向膜4、10のラビング方向が逆平行の関係にする従来の構造に比べ、黒表示時でのコントラストは飛躍的に向上することが確認された。

【0086】もちろん、このように配向膜4、10のうち、一方の配向膜のラビング方向を10度程度、ねじった関係になるように配置するのが、黒表示時でのコントラストが最も良い状態となるものの、実用的範囲を調べると、モノクロームディスプレイでは、5度から13度程度において従来のものに比べて十分なコントラストが認められた。なお、0度、すなわち、ねじりを零とした場合は実用の範囲外となる。配向膜のラビング方向がこのような5度から13度程度の範囲でねじった位置関係

にすると、モノクロームディスプレイでは黒表示時でのコントラストが大幅に改善される。

【0087】メモリマージンMを、“0”から“-1”の範囲とする、配向膜4、10としてラビング処理されたポリイミド樹脂を用いる、そして、さらに配向膜4、10のうち、一方の配向膜のラビング方向（ラビング処理した方向）を5度から13度程度の範囲（最良値は10度程度）、ねじった関係になるように配置する、といったこれらの事項は、反強誘電性液晶方式を実用的ディスプレイとして応用する場合に必要な検討を行うなかで見出されたことは先に述べたが、更に加熱処理を行うといった状況や、配向性・使用の容易さ等を勘案すると、セルの配向膜としては、実用上、ポリイミド樹脂膜が、耐熱性・信頼性・配向性・使用の容易さなどの点から最も適していることが判明した。従って、本発明ではセルの配向膜としては、ポリイミド樹脂膜を採用することとした。

【0088】また、基板間でラビング方向が上述のようにねじれている構造を形成した場合、発生する欠陥も少なく、コントラストも向上することも見出した。

【0089】すなわち、ラビング処理の如き配向処理方法で、上下両基板の配向膜上の配向処理の方向を、従来の如き平行・反平行ではなく、相互に一定角度ずらせることにより配向状態が改善され、コントラストの向上をもたらす。具体的には、評価のために、上下両基板1、5の配向膜4、10上の配向処理の方向を、図9に示す如く、相互のねじり角度（図における θ ）で1°から15°まで、1度刻みに変えたものを用意し、これを用いてTFTカラー液晶表示素子をそれぞれ作成した。

【0090】同一角度 θ をねじる場合に於いても、ねじる方向により図9の（a）に示すタイプAの如き配向方向（逆方向クロスの配向方向）と、図9の（b）に示すタイプBの如き配向方向（同方向クロスの配向方向）の2つがあり得る。このため、それぞれのねじり角 θ について、タイプAとタイプBの如き配向方向の表示素子をそれぞれ作成し、通常のテレビ放送映像を表示して画面の観察を行い、鮮明度・色彩・残像の3項目の評価項目につき、評価を行った。その結果、液晶材料として反強誘電性液晶を用い、配向層としてポリイミド樹脂を用いると共に、当該配向層の配向方向をタイプAとしたカラー表示素子ではねじれ角が6度から12度程度の範囲内で概ね良好な評価が得られ、中でもねじれ角が8度から10度程度の範囲は極めて良い評価を得た。

【0091】タイプBの如き配向方向の表示素子ではよい結果は得られなかった。

【0092】モノクロームの表示素子では、黒のコントラストが得られれば良いので、ねじれ角はカラーより1度程度緩和され、タイプAの場合で5度乃至13度、好ましくは6度乃至12度の範囲で良い評価を得た。

【0093】この例からも明らかなように、配向膜とし

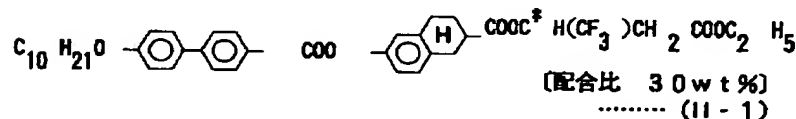
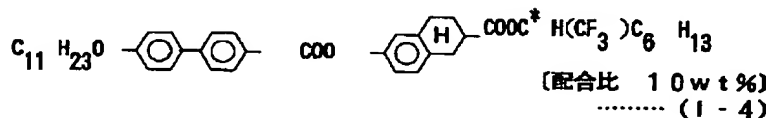
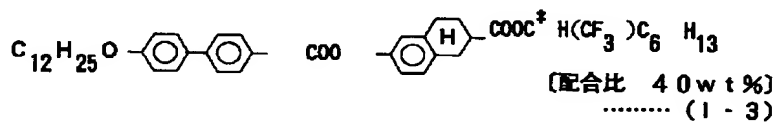
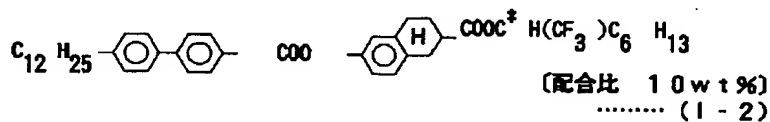
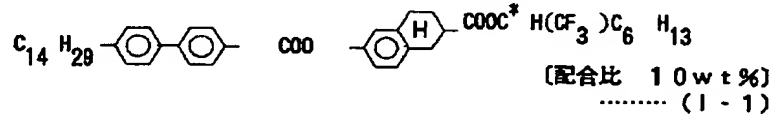
てポリイミド樹脂を使用した場合には、その配向方向が図9の(a)に示すタイプAの如き方向(逆方向クロス)にねじられるようにすることで、配向が改善されることがわかった。

【0094】さらに、偏光板の位置については、一方の基板に設けられる偏光板の偏光方向が、電圧無印加時の液晶の光軸方向と平行であり、他方の基板に設けられる偏光板の偏光方向と垂直である場合に、対称駆動により焼き付きを防ぐことが可能となり、実用化に適することも見出した。

【0095】この結果、本発明の如き構成とすることで、常温で良好な中間調表示、広視野角・高速応答及び高いコントラストを持つ表示を可能にする液晶表示素子を提供することができるようになる。

【0096】【実施例1】次に本発明の実施例を説明する。

【0097】以下の例では、図5(a)および(b)に示す液晶セルを作製した。図5(a)は平面図、図5(b)は断面図である。図5において、1および5は第1および第2のガラス基板であり、第1のガラス基板1の表面には、カラーフィルタ2、ITO透明電極3、配向膜4が形成されている。



【0103】また、配向膜4、10を形成するための配向膜材料としては、日本合成ゴム社製のポリイミド樹脂である商品名AL-1051なる樹脂を用いた。そして、このポリイミド樹脂による配向膜4、10には、ラビング処理を施す。

【0104】更に、ここでは上記2つの配向膜4、10

【0098】また、第2のガラス基板5には、信号線6、走査線7、TFT素子8、ITO(indium-tin-oxide)透明電極9、配向膜10が形成されている。

【0099】これらの第1および第2のガラス基板1、5は重ね合わせた上で、接着剤層11を介して周縁部が接着されている。そして、これらの第1および第2のガラス基板1、5における配向膜4、10の間に液晶層12が設けられる。

【0100】このような構成の液晶表示素子の寸法は縦6.5cm、横8cmであり、セルギャップは直径2μmの球状のパール13を配向膜4、10上に散布することにより、2μmに設定した。

【0101】以下の例では、液晶層12を形成するための液晶材料としては特に指定しない限り、三井石油化学工業株式会社製のMLC-0049(SmC*72 SmA99 Iso)なる商品名の液晶材料を用いる。なお、このMLC-0049なる液晶材料は、特願平7-246812号の出願明細書における実施例2に記載の組成物であり、これは下記の組成比の化合物を含む組成物である。

【0102】

〔化3〕

は次のようにする。すなわち、配向膜4、10には方向性を持った微細な溝を例えば、ラビング処理により形成するが、その溝の方向軸をラビング軸とすると、ガラス基板1側の配向膜4のラビング軸に対し、ガラス基板5側の配向膜10のラビング軸は従来のように逆平行配置(平行で互いの向きは逆)ではなく、ガラス基板5側が

ら見て右回りに10度ねじった配置(図2(a)参照(逆方向クロス))になるようにセルを作製する。

【0105】これにより、ラビング処理されたポリイミド樹脂製の配向膜4、10は、互いにラビング方向を10度ねじった逆方向クロスの関係になる。

【0106】また、液晶材料として商品名MLC-0049なる液晶を注入し、液晶層12を形成した。

【0107】このようにして、作製したセルを摂氏105度に加熱し、液晶層12の液晶材料を等方性液体にした後、この液晶材料に対して、周波数100[Hz]、電圧30[V]の矩形波を印加しつつ室温にまで除冷することによって、良好な配向状態を得た。

【0108】この結果得た液晶層12の印加電圧-透過光量特性曲線を図6(a)に示す。メモリアージンMは-0.5、しきい電圧は2[V]、飽和電圧は6[V]である。

【0109】上記のTFT素子を伴う液晶表示素子の性能を、摂氏30度、摂氏40度、摂氏50度の各温度のもとで評価した。結果は、いずれの測定温度においても、大きな差異は見られず、概ね表1の如き良好な結果が得られた。印加電圧-透過光量特性は図6(a)のようになだらかな変化特性を有しているため、温度依存性が小さく、そのため、図6(b)のように温度が変化してIからIIへ、あるいはIIからIへと特性が変化した場合でも同じ印加電圧レベルであればそれほど透過光量は変わらないから、中間調表示性能が損なわれることはない。

【0110】表1

コントラスト	30:1
視野角	上下・左右 45度
応答	14Hz, 70μs/ライン
グレーレベル	20

つまり、本実施例の液晶表示素子は、摂氏30度、摂氏40度、摂氏50度のいずれの温度においても、コントラスト、視野角、応答、グレーレベル共に、良好な結果を示しており、コントラスト、視野角、応答、グレーレベルそれぞれにおいて満足できる特性の液晶表示素子が得られることがわかる。

【0111】本実施例で説明したように、セルを摂氏105度に加熱して液晶層12の液晶材料を等方性液体にする関係で、セルの配向膜4、10としては耐熱性・信頼性が重要である。そして、この点で実用上、ポリイミド膜が有利であり、耐熱性・信頼性・配向性・使用の容易さなどの点を勘案すると、配向膜4、10の材料としてはポリイミド膜が最も適していることが判った。従って、本発明では配向膜4、10の材料としては、ポリイミド膜を採用することとした。

【0112】また、上述のように、ガラス基板1側の配

向膜4のラビング軸に対し、ガラス基板5側の配向膜10のラビング軸は従来のように逆平行配置(平行で互いの向きは逆)とするのではなく、ガラス基板5側から見て右回りに10度ねじった配置関係にした。このようにすることで、特に黒色が従来の逆平行の配置関係のものに比べて際立って明確に表現できるようになった。但し、実験の結果、上述のように、10度ねじった配置関係が最も良好ではあるものの、モノクローム(白黒)像については8度から12度の範囲で実用上、満足できる黒色表現が認められた。そのため、モノクローム専用のディスプレイパネルに適用する場合においては8度から12度の範囲で実用上、満足できるコントラストが得られる範囲であることがわかる。

【0113】[実施例2] 実施例2においては、ガラス基板1側の配向膜4のラビング軸に対し、ガラス基板5側の配向膜10のラビング軸の関係(配向方向の関係)について具体的に触れておく。

【0114】<カラーTFT液晶表示素子における配向膜の配向方向の関係>以下の例では、カラーTFT液晶表示素子の構造は実施例1において説明した図5における(a)および(b)に示す如きの構造で、変わりはない。すなわち、一方のガラス基板1の表面には、カラーフィルタ2、ITO透明電極3、配向膜4が形成されており、また、他方のガラス基板5には、信号線6、走査線7、TFT素子8、ITO透明電極9、配向膜10が形成されている。この基板には、信号線数640本、走査線数480本のVGAタイプの基板を使用した。

【0115】これらのガラス基板1、5は接着剤層11を介して周縁部が接着されており、配向膜4、10の間に液晶層12が設けられる。この液晶表示素子の寸法は対角10.4インチであり、セルギャップは直径2μmの球状のパール13を、配向膜上に散布することにより、2μmに設定されている。

【0116】液晶材料としては、実施例において(I-1)、(I-2)、(I-3)、(I-4)、(II-1)に示した構造式の材料を用いるようにし、その各構成比は(I-1)のものを10重量%、(I-2)のものを10重量%、(I-3)のものを40重量%、(I-4)のものを10重量%、(II-1)のものを30重量%の重量割合とするようにした。

【0117】また、配向膜用材料としては次の[P1]から[P6]までの計6種類のポリイミド樹脂材PIを使用した。すなわち、日産化学工業株式会社製(一般単純マトリックス用配向膜材料)の[P1]:SE-1180、[P2]:SE-2170(アクティブマトリックス用配向膜)、[P3]:SE-7210、[P4]:SE-7311、[P5]:SE-5211、そして、日本合成ゴム社製の[P6]:AL1051の計6種類のポリイミド樹脂材を使用した。

【0118】以上のように構成したTFTカラー液晶パ

ネルに通常の駆動回路（但し、リセットパルス利用可能なもの）を取り付け、デュアルスキューン方式でHラインコモン反転方式により駆動した。

【0119】これにより、60Hzのフレーム周波数（フレーム周期16ms）書き込み時間65μsによる駆動となった。TFT素子には、リセットパルス利用可能なものを採用し、16msの保持時間後半に100μsのリセットパルスを設けた。信号電圧は最大±6Vとした。

【0120】上述した如く、本発明者らはラビング処理の如き配向処理方法で、上下両基板、すなわち、第1および第2のガラス基板1, 5における配向膜4, 10の配向処理の方向（ラビング処理の方向）を、従来の如き平行・反平行ではなく相互に一定角度ずらせることにより、配向状態が改善され、コントラストの向上をもたらすことができることを明らかにした。

【0121】本評価にあたっては、上下両基板1, 5の配向膜4, 10上の配向処理の方向を、図9に示す如く、相互のねじり角度（図におけるθ）を1°から15°まで、1度刻みに変えたものを用意し、これを用いてそれぞれTFTカラー液晶表示素子を作成した。

【0122】同一角度θをねじる場合に於いても、ねじる方向により図9の（a）に示すタイプAの如き配向方向（逆方向クロスの配向方向）と、図9の（b）に示すタイプBの如き配向方向（同方向クロスの配向方向）の2つがあり得る。このため、それぞれのねじり角θについて、タイプAとタイプBの如き配向方向の表示素子をそれぞれ作成し、相互に比較した。

【0123】〔実施例2-1〕配向膜材料のポリイミド樹脂材PIとして日産化学工業株式会社製のSE-1180（略号[P1]とする）を用いて配向膜4, 10が作成された上記の如き液晶表示パネルを用い、これを上記の如き駆動方法により駆動させて、通常のテレビ放送映像を表示し、各年代から均等に選抜した男女1名（10代、20代、30代、40代、50代それぞれの世代の男女2名づつ）により、各1時間づつ観察して、鮮明度・色彩・残像の3項目の評価項目につき、“良好”／“不良”の2者択一方式により投票を行うことで評価を行った。

【0124】この場合、タイプAのものでは、相互のねじり角度θが1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7°と、13°, 14°, 15°のものでは、判定は“×”、8°, 9°および12°のものでは判定は“Δ”、10°のものでは、判定は“@”、11°のものでは、判定は“O”であり、タイプBのものでは、相互のねじり角度θが1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7°, 8°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 14°, 15°すべてにおいて判定は“×”であった。

【0125】但し、判定“×”は鮮明度良好の判断3人以下、判定“Δ”は鮮明度良好の判断4人以上15人以

下、判定“O”は鮮明度良好の判断15人以上18人以下、判定“@”は鮮明度良好の判断18人以上である。

【0126】従って、SE-1180なるポリイミド樹脂材を配向膜4, 10として用いた場合、配向方向がタイプA（逆方向クロス）で、かつ、8°から12°までの範囲が実用的であり、特に10°が最良で、11°も良好である。

【0127】なお、ねじり角0度のものも比較のために用意して観察したが、鮮明度は良くない、つまり、

“×”という判定となった。

【0128】〔実施例2-2〕配向膜材料のポリイミド樹脂材PIとして日産化学工業株式会社製のSE-2170（略号[P2]とする）を用いて配向膜4, 10が作成された表示パネルを使用し、テレビ画像を表示して上述の人員により観察し、上述の基準で評価した。この場合、タイプAのものでは、相互のねじり角度θが1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°と、11°, 12°, 13°, 14°, 15°のものでは、判定は“×”、7°のものでは判定は“Δ”、9°のものでは、判定は“@”、8°と10°のものでは、判定は“O”であり、タイプBのものでは、相互のねじり角度θが1°乃至15°すべてにおいて判定は“×”であった。

【0129】従って、SE-2170なるポリイミド樹脂材を配向膜4, 10として用いた場合、配向方向がタイプA（逆方向クロス）で、かつ、7°から10°までの範囲が実用的であり、特に9°が最良で、8°と10°も良好である。

【0130】なお、ねじり角0度のものも比較のために用意して観察したが、鮮明度は良くない、つまり、

“×”という判定となった。

【0131】〔実施例2-3〕配向膜材料のポリイミド樹脂材PIとして日産化学工業株式会社製のSE-7210（略号[P3]とする）を用いて配向膜4, 10が作成された表示パネルを使用し、テレビ画像を表示して上述の人員により観察し、上述の基準で評価した。この場合、タイプAのものでは、相互のねじり角度θが1°から8°と、13°, 14°, 15°のものでは、判定は“×”、11°と12°のものでは判定は“Δ”、9°のものでは、判定は“@”、10°のものでは判定は“O”であり、タイプBのものでは、相互のねじり角度θが1°乃至15°すべてにおいて判定は“×”であった。

【0132】従って、SE-7210なるポリイミド樹脂材を配向膜4, 10として用いた場合、配向方向がタイプA（逆方向クロス）で、かつ、9°から12°までの範囲が実用的であり、特に9°が最良で、10°も良好である。

【0133】なお、ねじり角0度のものも比較のために用意して観察したが、鮮明度は良くない、つまり、

“×”という判定となった。

【0134】〔実施例2-4〕配向膜材料のポリイミド

樹脂材P Iとして日産化学工業株式会社製のSE-7311（略号[P4]とする）を用いて配向膜4、10が作成された表示パネルを使用し、テレビ画像を表示して上述の人員により観察し、上述の基準で評価した。この場合、タイプAのものでは、相互のねじり角度 θ が1°から5°と、11°、13°、14°、15°のものでは、判定は“×”、6°、7°および10°のものでは判定は“Δ”、8°のものでは、判定は“@”、9°のものでは判定は“O”であり、タイプBのものでは、相互のねじり角度 θ が1°乃至15°すべてにおいて判定は“×”であった。

【0135】従って、SE-7311なるポリイミド樹脂材を配向膜4、10として用いた場合、配向方向がタイプA（逆方向クロス）で、かつ、6°から10°までの範囲が実用的であり、特に8°が最良で、9°も良好である。

【0136】なお、ねじり角0度のもも比較のために用意して観察したが、鮮明度は良くない、つまり、“×”という判定となった。

【0137】〔実施例2-5〕配向膜材料のポリイミド樹脂材P Iとして日産化学工業株式会社製のSE-5211（略号[P5]とする）を用いて配向膜4、10が作成された表示パネルを使用し、テレビ画像を表示して上述の人員により観察し、上述の基準で評価した。この場合、タイプAのものでは、相互のねじり角度 θ が1°から7°と、13°、14°、15°のものでは、判定は“×”、8°、9°および12°のものでは判定は“Δ”、10°および11°のものでは判定は“O”であり、タイプBのものでは、相互のねじり角度 θ が1°乃至15°すべてにおいて判定は“×”であった。

【0138】従って、SE-5211なるポリイミド樹脂材を配向膜4、10として用いた場合、配向方向がタイプA（逆方向クロス）で、かつ、8°から12°までの範囲が実用的であり、特に10°および11°が良好である。

【0139】なお、ねじり角0度のもも比較のために用意して観察したが、鮮明度は良くない、つまり、“×”という判定となった。

【0140】〔実施例2-6〕配向膜材料のポリイミド樹脂材P Iとして日本合成ゴム社製のAL1051（略号[P6]とする）を用いて配向膜4、10が作成された表示パネルを使用し、テレビ画像を表示して上述の人員により観察し、上述の基準で評価した。この場合、タイプAのものでは、相互のねじり角度 θ が1°から7°と、13°、14°、15°のものでは、判定は“×”、8°、および12°のものでは判定は“Δ”、9°および11°のものでは判定は“O”、10°のものでは判定は“@”であり、タイプBのものでは、相互のねじり角度 θ が1°乃至15°すべてにおいて判定は“×”であった。

【0141】従って、AL1051なるポリイミド樹脂

材を配向膜4、10として用いた場合、配向方向がタイプA（逆方向クロス）で、かつ、8°から12°までの範囲が実用的であり、特に10°が最良で、9°および11°が良好である。

【0142】なお、ねじり角0度のもも比較のために用意して観察したが、鮮明度は良くない、つまり、“×”という判定となった。

【0143】＜画像表示品位評価＞上記の液晶表示パネルによる画像表示品位の評価結果を纏めると、次の通りである。

【0144】鮮明度に対する評価結果

P I 材料	配向方向	相互のねじり角度 θ°														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
[P1]	A	×	×	×	×	×	×	×	Δ	Δ	@	O	Δ	×	×	×
[P1]	B	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[P2]	A	×	×	×	×	×	×	×	Δ	O	@	O	×	×	×	×
[P2]	B	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[P3]	A	×	×	×	×	×	×	×	@	O	Δ	Δ	×	×	×	×
[P3]	B	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[P4]	A	×	×	×	×	×	×	Δ	@	O	Δ	×	×	×	×	×
[P4]	B	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[P5]	A	×	×	×	×	×	×	×	Δ	Δ	O	O	Δ	×	×	×
[P5]	B	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[P6]	A	×	×	×	×	×	×	×	Δ	O	@	O	Δ	×	×	×
[P6]	B	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

但し、×：鮮明度良好の判断3人以下、Δ：鮮明度良好の判断4人以上15人以下、O：鮮明度良好の判断15人以上18人以下、@：鮮明度良好の判断18人以上、P Iはポリイミド配向膜材料である。

【0145】なお、ねじり角0度の場合はいずれの液晶表示素子においても、鮮明度は良くない、つまり、×という判定が得られている。

【0146】また、色彩・残像に関してはいずれの液晶表示素子においても問題は生ぜず、良好な結果であった。この例からも明らかにされたように、図9の(a)に示すタイプAの如き方向（逆方向クロス）にねじることで配向が改善されることがわかった。

【0147】すなわち、液晶表示素子内の液晶材料が等方性液体からスメクティックA相に徐冷される過程において、配向膜近傍に配向膜の極性に基づく電場を受ける。この極性によりスメクティックA相に、いわゆるエレクトロクリニク効果により、スメクティックC相が誘起される。

【0148】この現象のため、形成される層の方向は配向処理方向に対して垂直ではなく、一定方向に、一定角度傾く。この傾く方向は、配向膜の極性と自発分極の符号により決定される。分子の配向方向はラビング方向に

固定されるため、上記の現象は層の方向のラビング方向の垂直方向からの一定角度のずれとして観察される。

【0149】このため、この傾き分を考慮し、ラビング方向を傾けておくことで、上下基板に挟まれる層は平行に保たれ、配向欠陥の発生を抑えることができる。ポリイミド樹脂による配向膜は自発分極を配向膜表面から液晶層の側に向け強制する効果を持ち、スメクティックA相で発生するPs（自発分極）の符号がA相において正になると考えられる。

【0150】このため、図9の（a）に示すタイプAの如き方向（逆方向クロス）にねじることで配向が改善されることが考えることができる。逆に配向膜としてポリアクリロニトリルの如き自発分極の向きを液晶層の側から配向膜の側に強制する材料を選択した場合には、図9の（b）に示すタイプBの如き方向（同方向クロス）にねじることで配向を改善することができるようになる。

【0151】以上の如く、本発明において採用した上述の如き性質を有する反強誘電性液晶材料をTFTの如き能動素子を用いて駆動することにより、また、配向膜にポリイミド樹脂材を使用して、かつ、配向方向をカラーパネルの場合には6度から12度の範囲で逆方向クロスになるように組むことにより、鮮明度・色彩・残像などいずれについても好ましい画像を表示出来ることが判った。

【0152】また、この表示素子による画像は、従来のTN方式による表示の如き見る方向により画像のコントラストが変化し、見る方向が正面より外れることで、急激に減少する現象が見られない。また、SSFLC方式の強誘電性液晶のように、アナログ階調の中間調表示が困難であり、フルカラーでの動画表示が不可能であるという欠点も生じない。

【0153】このように、本発明の液晶表示素子はこれまでの液晶表示素子の欠点を克服し、CRTに匹敵する画像表示を可能にする。また、この方式の液晶表示素子は、従来の液晶表示素子と同じく薄型で低電圧駆動・低消費電力駆動の表示素子となる。

【0154】つぎに、本発明の液晶表示素子が、優れていることを比較例で対比して証明する。

【0155】〔比較例1〕比較例1においては、液晶層12を形成する液晶材料として、実施例におけるMLC-0049（M=-0.5）に替えて、通常タイプの反強誘電性液晶材料である三井石油化学工業株式会社製のMLC-0038（M=4）なる商品名の液晶を使用する。それ以外の構成と使用材料は実施例と同様にし、液晶表示素子を作製した。

【0156】この比較例1の場合の液晶表示素子を通常の駆動により、使用した。しかし、この比較例1の液晶表示素子では、焼き付きが激しく、画像を形成することは實際上、不可能であった。このため、いわゆる消去パルスを加加することで駆動を行った。その結果、得られ

た30°Cにおける評価結果を表2に示す。

【0157】表2

コントラスト	25:1
視野角	上下・左右 45度
応答	14Hz, 70μs/ライン
グレーレベル	10

これからわかるように、温度30°Cなる動作温度条件下では、コントラスト、視野角、応答、グレーレベルの各特性とも良好な結果を得ている。

【0158】しかしながら、温度50°Cでの評価では、コントラストは3:1にまで低下し、事実上、使用は不可能となった。また、温度40°Cにおいてもコントラストは7:1であり、温度変化に伴う、著しいコントラストの低下が認められた。

【0159】これは使用した液晶材料の印加電圧・透過光量の特性が図8（a）の如きであってしきい特性が急峻であるためで、図8（b）に示すI、IIのように温度変化による透過光量の変化の傾向は実施例のものとはほとんど変わりはないものの、しきい特性が急峻であるため、同じ印加電圧を与えても、温度により得られる透過光量レベルは大きく変わってしまうなど、温度依存性が大きいため、温度変化により中間調表示での表示濃度や明るさが著しく変化する結果である。

【0160】〔比較例2〕比較例2においては、液晶層12を形成する液晶材料として、実施例におけるMLC-0049（M=-0.5）に替えて、図7のように、ヒステリシスは小さいが傾きが急峻な部分のある反強誘電性液晶材料であるMLC-8849（M=-0.2）を用いた。他の構成と使用材料は実施例と同様にし、液晶表示素子を作製した。

【0161】これにより得られた比較例2の液晶表示素子について、温度30°Cに於ける評価結果を表3に示す。

【0162】表3

コントラスト	25:1
視野角	上下・左右 45度
応答	14Hz, 70μs/ライン
グレーレベル	10

これからわかるように、温度30°Cなる動作条件下では、コントラスト、視野角、応答、グレーレベルの各特性とも良好な結果を得ている。

【0163】しかしながら、温度50°Cでの評価では、コントラストは3:1にまで低下してしまい、事実上使用は不可能となった。また、温度40°Cにおいてもコントラストは7:1であり、温度変化に伴う、著しいコントラストの低下が認められた。

【0164】これは使用したMLC-8849 (M=-0.2)の印加電圧-透過光量の特性が図7(a)の如きであり、しかも、温度特性が図7(b)の如きであってしきい特性が急峻であるため、図7(b)に示すI, IIのように温度変化による透過光量の変化の傾向は実施例のものとはほとんど変わりはないものの、しきい特性が急峻であるため、同じ印加電圧を与えても、温度により得られる透過光量レベルは大きく変わってしまうなど、温度依存性が大きいと、温度変化により中間調表示での表示濃度や明るさが著しく変化する結果である。

【0165】【比較例3】比較例3においては、液晶層12を形成する液晶材料として、実施例におけるMLC-0049 (M=-0.5)に替えて、商品名MLC-9949 (SmC* 62 SmA)なる液晶材料を用いるようにした。それ以外の構造および、使用材料は実施例と同様にして液晶表示素子を作製した。

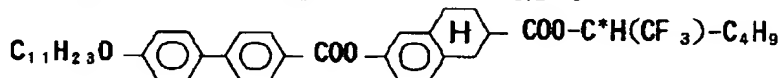
【0166】これにより得られた比較例3の液晶表示素子について、評価試験を行った。その結果、通常の駆動では、焼き付きが激しく、画像を形成することは実際上不可能であった。このため、いわゆる消去パルス印加することで駆動を行った。得られた30°Cにおける評価結果を表4に示す。

【0167】表4

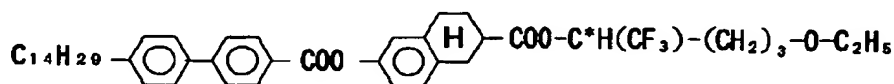
コントラスト	30:1
視野角	上下・左右 45度
応答	14Hz, 70μs/ライン
グレーレベル	10

これからわかるように、温度30°Cなる動作条件下では、コントラスト、視野角、応答、グレーレベルの各特性とも良好な結果を得ている。

【0168】しかしながら、温度50°Cでの評価では、コントラストは5:1にまで低下し、事実上使用は不可能となった。また、温度40°Cでの評価において



..... (I-5)



..... (I-6)

【0175】そして、上記のII-1の材料とこれらを例えば、次のような割合で配合する。

【0176】

もコントラストは8:1となり、温度変化に伴う著しいコントラストの低下が認められた。

【0169】【比較例4】比較例4においては、配向膜4、10はそのラビング処理の方向を従来同様に逆平行配置のままとした図2(b)に示した如き方向として液晶表示素子を作製した。これ以外は、実施例と構造および使用材料は同じくして表示素子を作製した。そして、実施例と同様の評価を行った。

【0170】この比較例4の構成の液晶表示素子では、実施例と同様の評価の結果、コントラストは実施例の数の1にとどまった。

【0171】従って、ラビング処理の方向を本発明のように図2(a)に示した如き方向とすれば、コントラスト向上効果が著しいことが立証された。すなわち、配向膜4のラビング軸方向に対して、これに逆並列配列されていた配向膜10はそのラビング軸を、10度程、右方向にねじった方向に配列されるように配置すると、最も良いコントラストが確保できる。

【0172】＜液晶材料としての反強誘電性液晶＞ここで、本発明において使用可能な反強誘電性液晶材料について触れておく。実施例で利用した“MLC-0049”, “MLC-0068”, “MLC-0055”, “MLC-0071”なる反強誘電性液晶材料は、スメクチック液晶材料を主体としたものであるが、他の材料をブレンドしたものであっても良く、結果として反強誘電性を呈していれば本発明に適用して十分効果がある。

【0173】“MLC-0049”の配合比はすでに説明したが、“MLC-0068”, “MLC-0055”, “MLC-0071”なるスメクチック液晶材料主体の反強誘電性液晶材料も類似のものである。そして、また、これらに限らず、スメクチック液晶材料として次のI-5からI-6の構造式を持つ化合物を使用することができる。

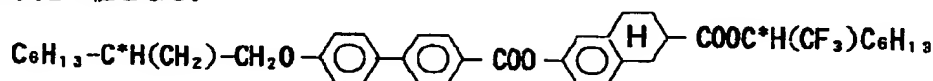
【0174】

【化4】

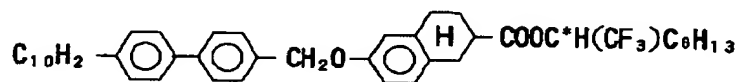
化合物の種類 配合割合

I - 5	4 8 (重量%)
I - 6	4 7 (重量%)
II- 1	5 (重量%)

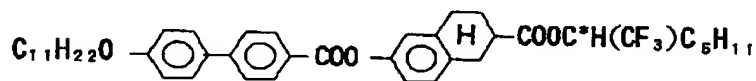
この配合比によるスメクチック液晶材料主体の反強誘電性液晶材料は、メモリマージンMが-1に近いものとなる。メモリマージンMは上述したように、「ヒステリシスの大きさ」、「しきい電圧の高さ」、「しきい特性の急峻さ」の3つの特性を総合的に表す指標であり、ヒステリシスが大きく、しきい電圧が高く、しきい特性が急峻になるほどMは大きい値となる。



..... (I - 7)



..... (I - 8)



..... (II - 2)

【0180】そして、上記のII-1の材料とこれらを例えば、次のような割合で配合する。

【0181】

化合物の種類	配合割合
I - 7	2 0 (重量%)
I - 8	2 0 (重量%)
II- 2	6 0 (重量%)

この配合比によるスメクチック液晶材料主体の反強誘電性液晶材料は、メモリマージンMが-1に近いものとなる。そして、この液晶材料も、アクティブ方式で駆動させるのに適していることから、多段階階調表示を行なうTFT液晶パネルに適用するに良い材料の一つであることが確認されている。

【0182】また、別の例として、スメクチック液晶材料がI-1とI-8およびII-2の材料を例えば、次のような割合で配合されたものを用いるようにする。

【0177】そして、この液晶材料はメモリマージンMが小さいので、アクティブ方式で駆動させるのに適していることから、多段階階調表示を行なうTFT液晶パネルに適用するに良い材料の一つであることが確認されている。

【0178】また、別の例として、スメクチック液晶材料として次のI-7とI-8およびII-2の材料の構造式を持つ化合物を使用することができる。

【0179】

【化5】

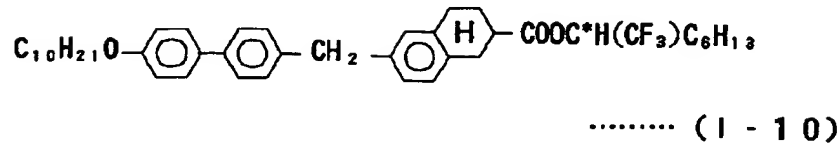
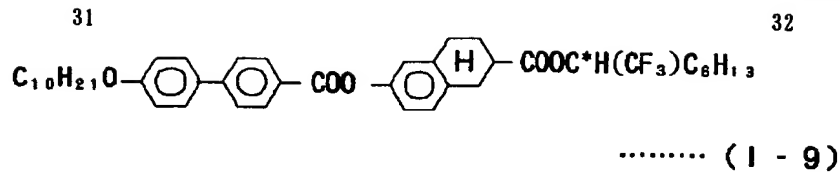
【0183】

化合物の種類	配合割合
I - 1	7 6 (重量%)
I - 8	5 (重量%)
II - 2	1 9 (重量%)

この配合比によるスメクチック液晶材料主体の反強誘電性液晶材料も、メモリマージンMが-1に近いものとなる。そして、この液晶材料も、アクティブ方式で駆動させるのに適していることから、多段階階調表示を行なうTFT液晶パネルに適用するに良い材料の一つであることが確認されている。

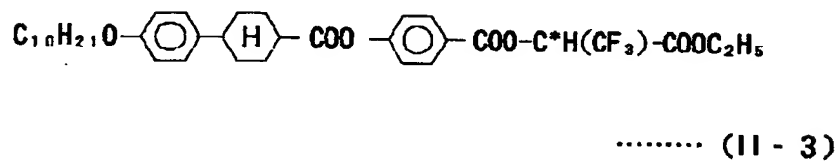
【0184】また、別の例として、スメクチック液晶材料がI-1乃至I-4および次の化合物I-9およびI-10

【化6】



【0185】そして、上記のII- 1 の材料および次の化合物II- 3

【化7】



【0186】とを用い、例えば、次のような割合で配合する。

【0187】

化合物の種類	配合割合
I - 1	10 (重量%)
I - 2	— (重量%)
I - 3	— (重量%)
I - 4	10 (重量%)
I - 9	10 (重量%)
I - 10	40 (重量%)
II- 1	30 (重量%)
II- 3	— (重量%)

あるいは、

化合物の種類	配合割合
I - 1	10 (重量%)
I - 2	10 (重量%)
I - 3	40 (重量%)
I - 4	— (重量%)
I - 9	10 (重量%)
I - 10	— (重量%)
II- 1	20 (重量%)
II- 3	10 (重量%)

あるいは、

化合物の種類 配合割合

I - 1	10 (重量%)
I - 2	10 (重量%)
I - 3	40 (重量%)
I - 4	— (重量%)
I - 9	10 (重量%)
I - 10	— (重量%)
II- 1	— (重量%)
II- 3	30 (重量%)

とする。

【0188】これらの各配合比によるスメクチック液晶材料主体の反強誘電性液晶材料も、メモリマージンMが-1に近いものとなる。そして、この液晶材料も、アクティブ方式で駆動させるのに適していることから、多段階階調表示を行なうTFT液晶パネルに適用するに良い材料の一つであることが確認されている。

【0189】以上、詳述したように本発明は、電極層と配向層をそれぞれ形成した一対の基板間に液晶材料を介在させると共に、能動素子により駆動させて表示させるようにした液晶表示素子において、前記一対の基板の各配向層は互いに配向方向が一方に対して所定のねじれ角をもって傾けた配置関係に配置して構成し、また、前記液晶材料として、反強誘電性液晶を用い、この反強誘電性液晶材料として、印加電圧 - 透過光量特性曲線の傾きが急峻でなく、かつ、メモリマージンが常温で0から-1の間の値をとる反強誘電性液晶を用いるようにしたものであり、このような液晶は印加電圧 - 透過光量特性曲線の傾きが急峻でないので、印加電圧値を変えることで種々の透過光量が得られるので、多階調表示が可能であり、また、印加電圧 - 透過光量特性曲線の傾きが急峻でないので、温度依存性が小さく、従って、同じ印加電圧レベルであれば、温度変化があっても略同じ透過光量が

得られるので、安定した中間調表示が可能となる。

【0190】また、前記一对の基板の各配向層は互いに配向方向が一方に対して所定のねじれ角をもって傾けた配置関係に配置されるようにした。特に配向層はポリイミド樹脂を用い、その配向方向すなわち、ラビング方向を5度乃至13度、好ましくは6度乃至12度の範囲のねじれ角をもって傾けると、良好なコントラストを得ることができる。

【0191】反強誘電性液晶材料はV字型の印加電圧 - 透過光量特性を持つことが知られているが、本発明ではその中でもヒステリシスのないV字型の印加電圧 - 透過光量特性を持つ反強誘電性液晶材料を用いる。この場合、一对の基板にそれぞれ設けた各配向層の配向方向を同一方向ではなく、異なる方向、具体的には上述のようなねじり角に傾けるのが特に好ましいのは、以下に述べる理由による。

【0192】一つは、この種類の液晶材料が、特に自発分極が大きく、層形成時、表面の影響を受け易いこと、そして、二つ目は、V字型の印加電圧 - 透過光量特性を持つ反強誘電性液晶材料は、層間の分子配列秩序が全くランダムであるため、層の秩序が弱く、そのため、層形成が極めて困難であり、実用に耐える層形成が得にくいこと、の二つの障壁があり、これがために、各配向層の配向方向を同一方向としたのでは利用ができないからである。

【0193】これを解決するために、本発明では、層形成時の表面の影響を検討し、配向層の配向方向を一方の配向層の配向方向からみて他方の配向方向をねじって傾けることで、層形成方向を慎重に制御すれば、実用に耐える層形成が得られることを見だし、この技術をヒステリシスのないV字型の印加電圧 - 透過光量特性を持つ反強誘電性液晶材料との組み合わせに適用することによって当該反強誘電性液晶材料を用いる多階調・高コントラスト表示の液晶パネルを実現可能にした。

【0194】カラー表示液晶パネルやモノクロームの大画面表示液晶パネルでは画質維持の上でコントラストが重要な要素となるが、このように一对の基板の配向層を一方の配向層の配向方向に対して他方の配向層の配向方向を傾けるようにすると、良好なコントラストを得ることができて、品位の高い画像表示が可能になる。そして、良好なコントラストを得ることができる結果、従来の液晶表示素子に比較して、広視野角・高速応答・高コントラストの特徴が得られる。

【0195】なお、本発明は上記の例に限定されるものではなく、種々変形して利用し得る。例えば、液晶材料は、実施例に掲げたものに限定されるものではなく、印加電圧 - 透過光量特性曲線がV字状を呈する特性を有する反強誘電性液晶材料であれば、本発明に適用して効果を得られる。

【0196】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、従来の液晶表示素子に比較して、広視野角・高速応答の特徴を備えつつ、高コントラストでかつ中間調表示が可能な液晶表示素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を説明するための図であって、能動素子を備えた本発明に係わる液晶表示素子の構造を示す断面図。

【図2】本発明を説明するための図であって、(a)は本発明に係わる液晶表示素子の、配向膜上のラビング方向を示す図、(b)は比較例を示す図。

【図3】本発明を説明するための図であって、(a)は本発明に適用可能なメモリマージンが負かつしきい特性がなだらかな反強誘電性液晶セルの印加電圧 - 透過光量特性、(b)はその温度変化による影響を示した図。

【図4】本発明を説明するための図であって、(a)は本発明に適用可能なメモリマージンが負かつしきい特性がなだらかな反強誘電性液晶セルの印加電圧 - 透過光量特性、(b)はその温度変化による影響を示した図。

【図5】本発明を説明するための図であって、(a)はTFT素子を備えた基板の平面図、(b)は本発明に係わる液晶表示素子の断面図。

【図6】本発明を説明するための図であって、(a)は本発明に実際に適用するメモリマージンが負、かつ、しきい特性がなだらかな反強誘電性液晶の印加電圧 - 透過光量特性曲線を、そして(b)はその温度変化による影響を示した図。

【図7】比較例の説明をするための図であって、(a)はメモリマージンが負かつしきい特性が急峻な反強誘電性液晶セルの印加電圧 - 透過光量特性曲線を、そして(b)はその温度変化による影響を示した図。

【図8】比較例を説明するための図であって、(a)は一般的反強誘電性液晶の印加電圧 - 透過光量特性曲線を、(b)はその温度変化による影響を示した図。

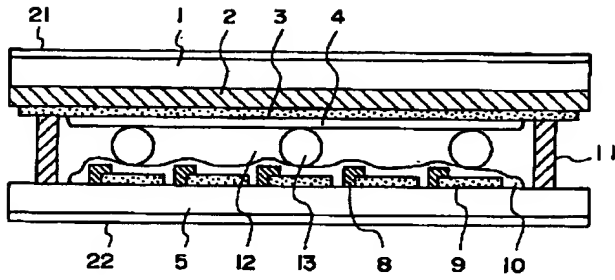
【図9】本発明を説明するための図であって、基板1、5の配向膜4、10上の配向処理の方向の組み合わせ例を説明するための図。

【符号の説明】

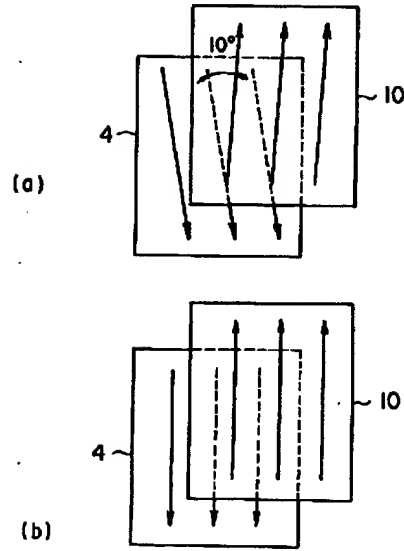
- 1…第1のガラス基板
- 2…カラーフィルタ
- 3, 9…ITO透明電極
- 4, 10…配向膜
- 5…第2のガラス基板
- 6…信号線
- 7…走査線
- 8…TFT素子
- 9…ITO透明電極
- 11…接着剤層
- 12…液晶層
- 13…パール

21, 22...偏光板。

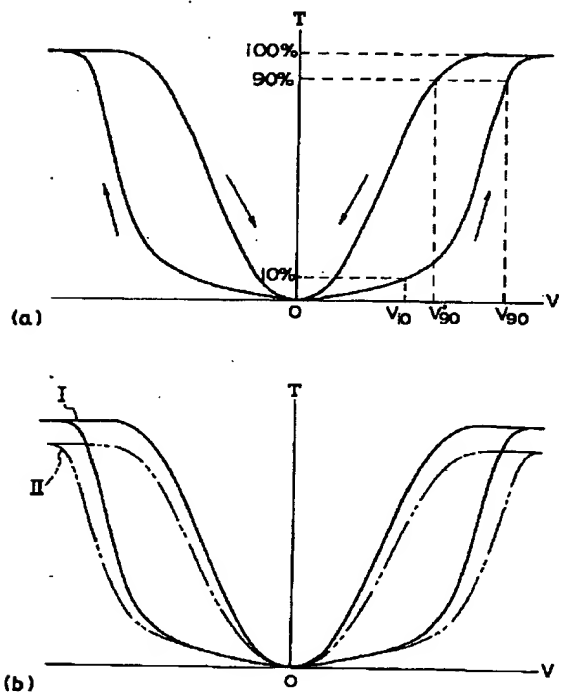
【図1】



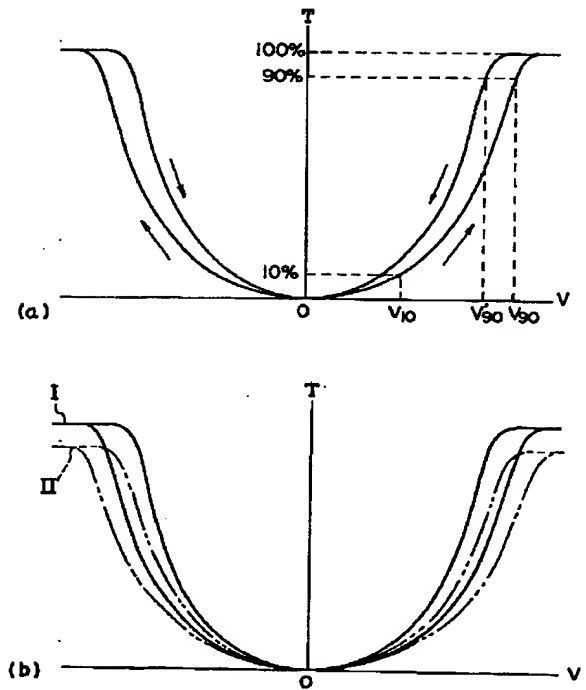
【図2】



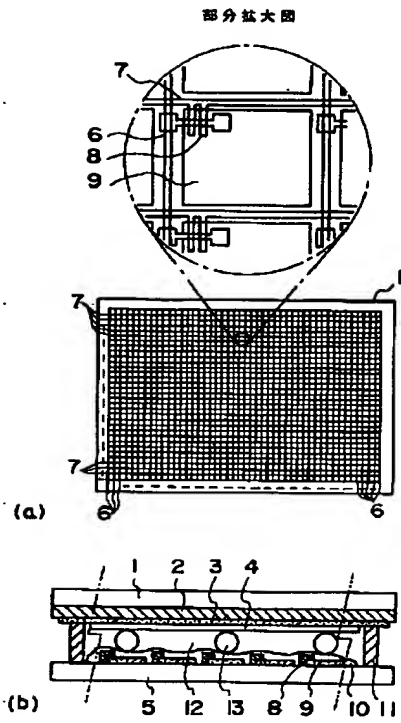
【図3】



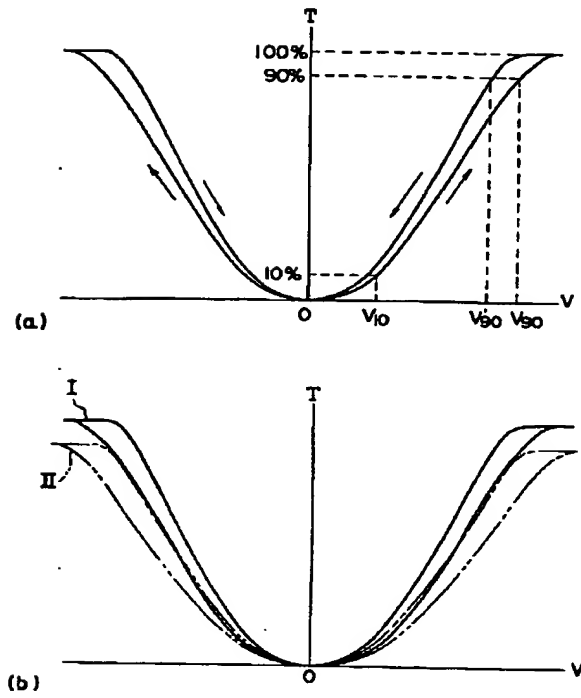
【図4】



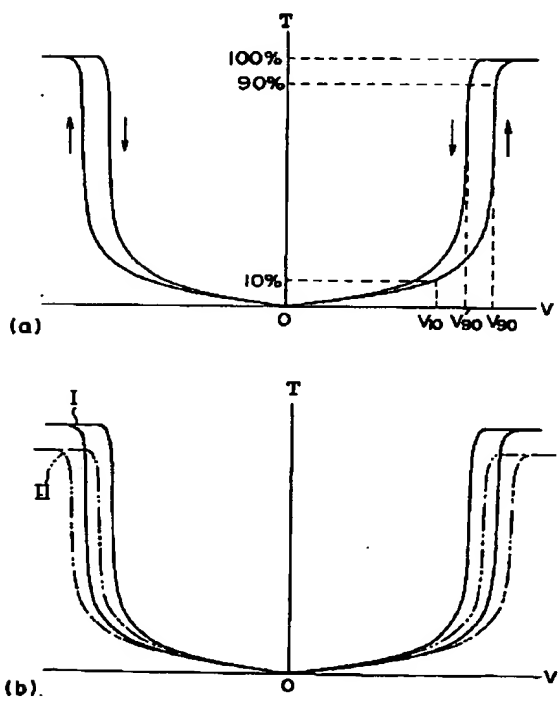
【図5】



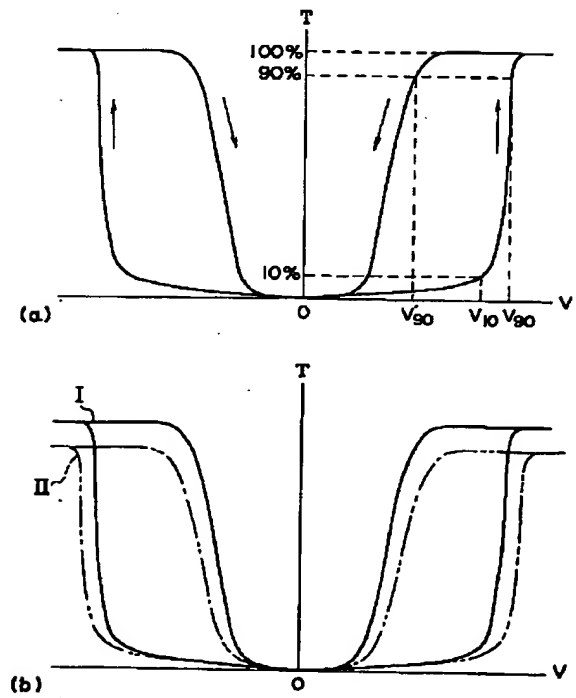
【図6】



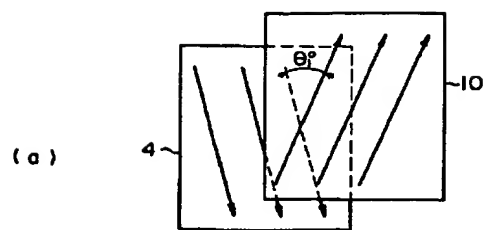
【図7】



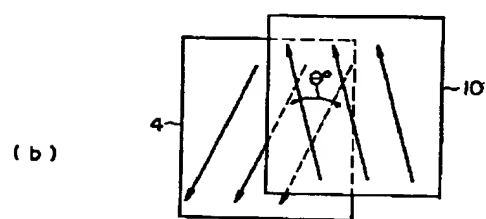
【図8】



【図9】



【タイプA】



【タイプB】

フロントページの続き

(72)発明者 浜 秀雄
 東京都千代田区霞が関3丁目2番5号 三
 井石油化学工業株式会社内

(72)発明者 酒井 由香里
 東京都千代田区霞が関3丁目2番5号 三
 井石油化学工業株式会社内